

2022, Jan.
No. 397

CONTENTS

- レーザー技術総合研究所所員一同
- 新年のご挨拶
- 共鳴ラマンライダーに向けた
- 波長可変Ti:SレーザーのSBSによる短パルス化
- ILTオープンセミナー(ILT2021)を東京にて開催

LASER CROSS

ISSN 0914-9805



レーザー技術総合研究所所員一同

【表紙写真】

前列左より 藤田雅之、大道博行、宮永憲明、井澤靖和、中神保秀、中島信昭、山本和久
中列左より 本越伸二、幸脇朱美、谷口誠治、コチャエフ オレグ、コスロービアン ハイク、古河裕之、小野田理恵、片岡紀子
後列左より 倉橋慎理、坂本高保、稲田順史、本越伸二、染川智弘、岩田和也

新年のご挨拶

所長 井澤靖和

2022年の新年を迎え、ご挨拶を申し上げます。昨年も新型コロナウイルスの影響は続きましたが、研究所として計画していた事業は、全て、滞りなく実施することができました。今年は、収束にむかうよう期待したいと思います。

昨年は、三つのチーム横断型プロジェクト研究を並行して進めました。「革新的小型・高効率UVレーザー光源の開発」プロジェクトは、Pr添加フッ化物ファイバからの赤色(638nm)レーザー光を波長変換し、ビーム品質の良い、小型、高出力、高効率、紫外レーザーの実現を目指すもので、目標値を達成して3月末をもってプロジェクトは終了しました。試作した紫外レーザー光出力0.1Wのプロトタイプ機は、東大柏IIキャンパス内の産学官民連携棟に設置され、ユーザーの皆様に開放されています。「高速移動物体への遠距離・高強度光伝送のための予測的波面制御の研究」プロジェクトでは、高速駆動型可変形鏡の開発を分担しています。3種類の小型可変形鏡を設計・試作し、目標とする高速性(10 kHz)と高耐力(1 kW/cm²)を実証しました。波面センサーとの結合による波面補正試験を実施するとともに、大型可変形鏡の試作にも着手しました。「共鳴ラマン効果による大気中微量有害物質遠隔計測技術の開発」プロジェクトでは、近赤外Tiサファイアレーザーの波長変換による深紫外域波長可変レーザーで、必要な出力と小型化を実現し、野外実験に導入して目標とする検出感度が得られることを確認することができました。

チーム研究では、素粒子研究分野で計画されている二重ベータ崩壊実験に必要なCa同位体濃縮用LDレーザーの開発を進め、同位体分離で要求される線幅と波長同調性を確認しました。レーザープロセス分野では、原子炉廃止措置で重要なレーザー切断の実用化に向け、金属、セラミックス、コンクリートなどの切断特性の解明と、切断時に発生する微粒子の飛散防止のための基礎データを集積しました。また、土木・建築業界でのレーザー技術の応用・普及をめざし、月面模擬砂を原料とする立体構造物やナノ構造物の形成研究などを進め、併せて屋外でのレーザー利用に関する安全ガイドラインの策定をめざして委員会活動を開始しました。レーザー計測分野では、レーザー打音法によるインフラ構造物の健全性診断技術の高度化研究を継続するとともに、落石の予知や工事用配管の減肉検査など新しい分野へのレーザー打音法の適用研究を開始しました。また、海中環境の評価、表面付着物の分析、溶液中の粒度分析など、ラマン分光やLIBS(レーザー誘起ブレイクダウン分光法)などを応用した環境計測研究を実施しました。レーザーバイオ化学分野では、生物・医療・創薬へのレーザー応用をめざして蛋白質や酵素の生理活性構造の解明研究を進め、また、核廃棄物の分離用にランタノイドイオンの光還元研究を進めました。理論・シミュレーション分野では、レーザー加工の基礎となるレーザーと物質の相互作用研究を幅広く進め、また、地震先行現象が電離層に及ぼす効果をプラズマ物理の観点から理論的に解析しました。レーザー技術開発室では光学材料・素子の高耐力化研究と、産業界からの依頼によるレーザー損傷評価試験を実施しています。評価実験の自動化・高速化を進め、レーザー耐力データベース構築を加速します。

昨年も活発な研究活動を継続して推進することができたのは、偏に皆様方からのご支援によるものであり、厚く御礼申し上げます。所員一同、これまで以上に努力を積み上げ、成果の社会還元をめざしてまいります。今後ともなお一層のご支援、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

共鳴ラマンライダーに向けた 波長可変 Ti:S レーザーの SBS による短パルス化

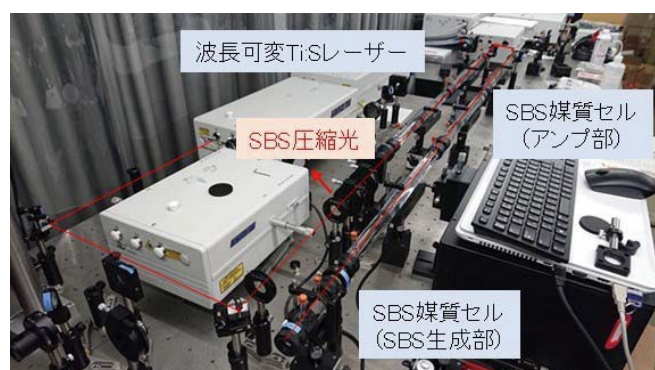
レーザー計測研究チーム 染川智弘

◆大気中の微量有害物質の検知に向けて

どのような有害物質が発生しているかが不明な災害現場において、安全かつ速やかに有害物質を検知・識別することは、除染作業、負傷者への治療、二次被害の拡大を防ぐ点から重要である。携帯型の検知・分析機器は多くの開発例があるが、この手法では現場でのサンプリングが必要となるため作業員の安全確保という点で課題がある。数10 m程度離れた位置からの遠隔計測により有害物質を検知する技術の開発が待たれている。対象物質の電子遷移吸収帯と一致した波長のレーザー光を用いることによりラマン散乱光が著しく増大する共鳴ラマン効果に着目し、共鳴ラマンライダーによる大気中微量有害物質遠隔計測技術の開発を実施している。これまでに、チタンサファイア(Ti:S)レーザーを光源とする深紫外波長可変レーザーを開発してきたが、パルス幅が15 ns以上と長く、距離数10 mでの計測が必要な本応用に関しては、距離分解能の向上のため短パルス化が必要であった。本報告では、誘導ブリルアン散乱(Stimulated Brillouin Scattering: SBS)を利用したパルス圧縮効果について検討した結果を述べる。

◆SBSによるパルス圧縮

SBSは、パルス幅が数10 nsのレーザーパルスを長い相互作用長のSBSセル内に集光することで、SBS媒質(石英、水など)の音波の緩和時間程度である数ns～数



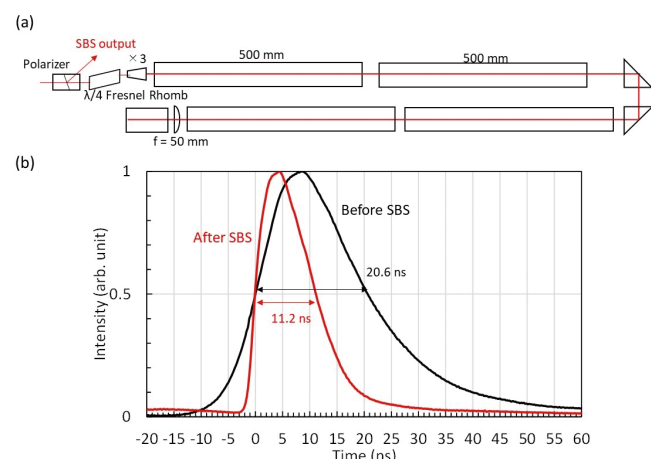
【図1】波長可変Ti:SレーザーのSBSパルス圧縮実験の様子

100 psにパルス幅を圧縮する技術である。近赤外域での吸収が少ないフロリナートFC-72を用いSBSパルス圧縮実験を実施した。図1にパルス圧縮装置写真、図2(a)にその光学配置を示す。

図2(b)にSBSによるパルス圧縮前後のパルス波形を示す。SBSパルス圧縮前後でパルス幅は20.6 nsから11.2 nsに圧縮された。このことから、SBSパルス圧縮によりライダー計測時の空間分解能の向上だけでなく、波長変換効率の向上も期待できることがわかった。

現状の変換効率は、同程度のパルス圧縮で25 %程度であり、ピーク強度で考えると非効率ではあるが、ライダー計測において高空間分解能を必要とする際には有効な手段になるのではないかと考えている。また本光学系は、波長可変Ti:Sレーザーの基本波の発振波長領域である700～1000 nmに対応可能であり、780, 800, 820, 840 nmなど多波長でのパルス圧縮も確認している。今後は、反射ロスなどの軽減やSBS媒質を最適化することで、波長可変Ti:Sレーザーにおいても高効率なパルス圧縮を実現すべく研究を進めていく予定である。

謝辞：本研究の一部は、防衛装備庁安全保障技術研究推進制度委託事業の一環として行ったものである。関係各位に深く感謝の意を表します。



【図2】(a)SBS実験の光学配置図、(b)SBS前後のパルス波形

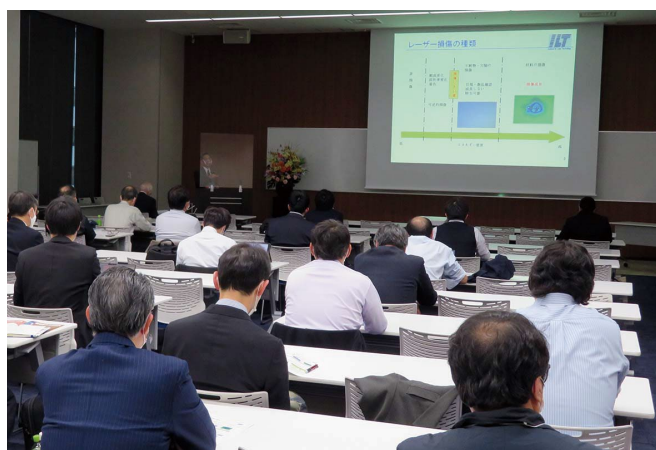
ILTオープンセミナー(ILT2021)を東京にて開催

■ILTオープンセミナー「レーザー技術の最先端」

去る2021年11月17日、東京都立産業貿易センター浜松町館(東京都港区)にて、ILTオープンセミナー「レーザー技術の最先端 ～レーザー加工からインフラ診断まで～」(ILT2021)を開催いたしました。当研究所の主な研究成果の報告に加え、関連したレーザー応用分野の現状や展望を紹介する形式で、「光とレーザーの科学技術フェア」の共催イベントとして毎年開催しています。セミナーでは、惑星探査基地建築材料の3Dレーザー加工、長距離レーザー伝送のための高速・高光耐性可変形鏡の開発、共鳴ラマン散乱を利用した海中油の遠隔計測技術、海中インフラのモニタリングのための水中ラマンライダー技術、インフラ構造物の遠隔検査技術、損傷しきい値データベースの構築に向けた紫外波長用光学素子のレーザー損傷試験について報告いたしました。新型コロナウイルス感染対策のため参加人数を制限させていただきましたが、セミナー当日は50名を越えるご参加の皆様から、多くのご質問や貴重なご意見をいただきました。

■「泰山賞」贈呈式

13回目を迎えた「泰山賞」の贈呈式を行いました。今年の「レーザー進歩賞」は次の方々が受賞され、井澤靖和所長から賞状ならびに副賞を贈呈致しました。



【写真1】オープンセミナー講演時の様子

【レーザー進歩賞】桐山博光氏、Alexander Selgeivich Pirozhkov氏、神門正城氏(量子科学技術研究開発機構)
「世界最高性能ペタワットレーザーの開発と量子ビーム制御」

【レーザー進歩賞】美濃島薫氏(電気通信大学)
「光コムによる光波の自在操作と周波数物差しを超えた応用展開」

■光とレーザーの科学技術フェアに出展

光技術に関する展示会「光とレーザーの科学技術フェア2021」(主催：オプトロニクス社)、が11月17～19日にわたって開催されました。新型コロナウイルスの影響下会場ではマスク着用、アルコール消毒、体温計測などの感染防止対策が実施されました。「レーザー科学技術フェア」に加えて「光学薄膜フェア」、「オプティクスフェア」、「分光フェア」など6つの展示会が併設され、それぞれが主催するセミナーなどのイベントも多数開催されました。当研究所はレーザー科学技術フェアへ出展し、技術紹介ビデオの放映、技術紹介資料や本誌のバックナンバーの展示および配布を行いました。開催期間中は多くの方々にご来訪いただきました。



【写真2】泰山賞贈呈式(左から井澤靖和所長、神門正城氏、美濃島薫氏、桐山博光氏、藤田雅之主席研究員)

機関紙「レーザークロス」発行遅延のお詫び

機関紙「レーザークロス」は、昨今の新型コロナウイルス感染症の状況により発行が遅れております。遅延をお詫びするとともに、4月以降の発行分を1月発行以降に変更させていただきます。